

# 上下水道施設における木造建築の研究

事業統括本部 建築事業部 西部建築部 技術第一課 ◎國廣 学

※研究メンバーを文末に示す

## 1. 研究目的と研究手順

本研究は、現在の木造建築の動向（技術・基準・実例）を把握の上、上下水道施設への導入技術を研究し設計ノウハウを獲得する事で日水コン建築事業部の技術力向上を図ることを目的とする。

研究の主要なテーマと手順について図-1のフローにて整理する。

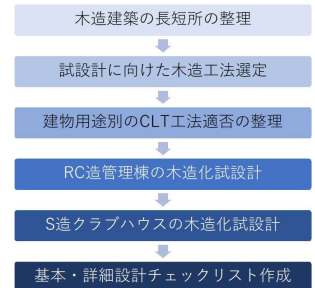


図-1 研究手順フロー

## 2. 木造建築のメリット・デメリット

国内外の木造建築に関する動向把握を行った結果、上下水道施設として木造を採用する場合の活用方法とリスクについて下記の見識を得た（図-2）。

■メリット		■デメリット（リスク）	
① 軽量化	建物重量はRC造の1/3~1/2 ⇒基礎簡素化によるコスト削減・工期短縮	① 耐火性	木材自体は可燃性 ⇒【対策】メンブレン型・燃え止り型等の新技術でカバー
② 工期短縮	トータル工期1割減、現場工期がRC造の5割減のケースも ⇒コスト削減・増築では既設稼働中施設への影響小	② 耐久性	⇒【対策】防蟻処理剤、排水性・浸水対策等の設計でカバー
③ CO <sub>2</sub> 排出削減	炭素蓄積効果大、生産・加工時のエネルギー消費小 ⇒地球温暖化防止効果、市民へのアピール効果	③ 耐荷重性	⇒【対策】施設用途で全部or部分RC造等の使い分けでカバー
④ 室内環境	調湿作用、断熱効果、香り(安らぎ)、質感(ぬくもり) ⇒室内環境改善効果、省エネ効果、一般開放施設での集客効果		

図-2 木造のメリット・デメリットの整理

## 3. 上下水道施設の木造化適否

中間報告では木造工法に関して、3工法（軸組工法、CLTパネル工法、枠組壁工法）に絞った。地震力に対して木造だけで抵抗し、10m程度の大スパン建築が可能なCLTパネル工法が最も現実的で適していると判断し、当工法を採用することを前提条件とした上下水道施設における用途別の建物の適否検討を行った。

用途は管理棟（自家発室なし）、自家発電機棟、水処理上屋、機械棟、薬品注入棟、ポンプ棟（原動機なし）の6用途に絞り、建築規模によって掛かる規制が大きく異なることから、建築規模についても想定した上で検討した。評価項目は構造、防火、危険物、省エネ効果、耐湿防腐の5項目に対して行った（表-1）。

検討の結果、CLTパネル工法（以下、「CLT工法」）の特性を活かしつつ、大きなデメリットも少ないことから管理棟（自家発室なし）が最も適しており、次に薬品注入棟が適していると評価した。

表-1 上下水道施設の木造化適否（工法：木造CLTパネル工法）

建物用途 (想定建物用途)	管理棟 延面積1000㎡超、地上2階、階高約4m	自家発電機棟 延面積300㎡超、地上2階、階高約6m	水処理上屋 延面積3000㎡超、地上1階、階高約5m	機械棟 延面積1000㎡超、地上3階、階高約8m	薬品注入棟 延面積500㎡超、地上2階、階高約5m	ポンプ棟 延面積1000㎡超、地下1階地上2階、階高約7m
建物分類 (主要諸室)	事務室（居室）、監視室、電気室、水質試験室 (自家発電室は対象外とする。)	自家発電機室、電気室	最初沈殿池、反応槽、最終沈殿池	脱水機室、濃縮機械室、ブロワ室、ホッパー室	次亜注入室、緊急シャワー室 (危険物は取り扱わない施設とする。)	(電動) ポンプ室、スクリーン室、電気室、作業員控室（居室）
構造	吹き抜け空間であれば、ルート1で構造計算可能	吹き抜け空間が必要な場合、ルート2or3の構造計算が必要。CLT協会では階高3.5m超えはルート2or3を推奨。	内部に耐震壁が必要となるため、施設機能に支障が生じる。CLT協会では階高3.5m超えはルート2or3を推奨。	吹き抜け空間が必要な場合、ルート2or3の構造計算が必要。CLT協会では階高3.5m超えはルート2or3を推奨。	吹き抜け空間が必要な場合、ルート2or3の構造計算が必要。CLT協会では階高3.5m超えはルート2or3を推奨。	吹き抜け空間が必要な場合、ルート2or3の構造計算が必要。CLT協会では階高3.5m超えはルート2or3を推奨。
防火対策 ※防火・準防火地域外、各階有窓、無窓居室無、延焼の恐れ無を想定	内装制限がかかる 1000㎡以内ごとの防火壁の設置が必要（準防火建築物以上で緩和可能だがコストUP）	内装制限対象外 耐火・準耐火建築物とすることなく建築可（その他建築物）	内装制限対象外 3000㎡2を超えるため要耐火建築物	内装制限対象外 1000㎡以内ごとの防火壁の設置が必要（準防火建築物以上で緩和可能だがコストUP）	内装制限対象外 耐火・準耐火建築物とすることなく建築可（その他建築物）	内装制限がかかる 1000㎡以内ごとの防火壁の設置が必要（準防火建築物以上で緩和可能だがコストUP）
危険物対策 ※一般取扱所を想定	危険物施設を取り扱わないため、対象外	耐火構造が必要。認定工法のみ（メーカー指定となる）のため、公共事業では不向き	危険物施設を取り扱わないため、対象外	危険物施設を取り扱わないため、対象外	危険物施設を取り扱わないため、対象外	危険物施設を取り扱わないため、対象外
省エネ効果	空調対象室（居室）で断熱性を活かした省エネ効果が期待できる。	空調対象室がないため、断熱効果を積極的に活かすことが出来ない。	空調対象室がないため、断熱効果を積極的に活かすことが出来ない。	空調対象室がないため、断熱効果を積極的に活かすことが出来ない。	空調対象室（次亜注入室）で断熱性を活かした省エネ効果が期待できる。	空調対象室（居室）で断熱性を活かした省エネ効果が期待できる。
耐湿防腐対策	多湿環境となる室がないため特に支障なし。居室にてCLTパネルの調湿効果が期待できる。	多湿環境となる室がないため特に支障なし。	上層全体が多湿空間となるため木材の腐食とこれによる強度低下が懸念	床洗いが必要なため木材の腐食とこれによる強度低下が懸念	多湿環境となる室がないため特に支障なし。	スクリーン室は多湿空間となるため木材の腐食とこれによる強度低下が懸念
評価	○	×	×	×	△	×

※凡例：○優れる、△普通、×劣る、一該当なし

#### 4. RC造管理棟の木造化試設計による費用比較

過年度にRC造で設計した管理棟建築物を木造CLT工法に見直し、RC造と木造CLT工法で費用比較を行った。

結果としては、躯体費用ではCLTが約16%高くなったが、基礎含む建物重量が対RC造の約30%に軽減したため杭工事として約40%安価となったことから、トータル比率でCLT工法の方が約6%安価となった。

このことから、杭基礎の場合であれば木造とする経済的メリットがあることを確認することが出来た。

表-2 RC造と木造CLT工法の費用比較

元設計RC造費用			木造CLT工法費用		
項目	RC造		項目	木造	
杭費用	杭	101,121,880	杭費用	杭(躯体重量がRCの30%)	55,655,800
基礎費用	基礎ビット	34,598,550	基礎費用	基礎ビット	34,598,550
躯体費用	コンクリート・型枠	99,099,820	躯体費用	材料費	126,710,000
	鉄筋	46,927,630		加工費	42,253,000
	小計	146,027,450		小計	168,963,000
左官費用	左官	7,917,492	左官費用	左官	-
塗装費用	塗装	896,782	塗装費用	塗装	-
内装費用	内装(壁、天井)	10,355,993	内装費用	内装費(RC造の70%)	7,249,200
外装費用	外装(タイル)	9,601,355	外装費用	外装費(焼杉板貼)	11,200,000
防水	防水	10,337,788	防水	防水	10,337,788
その他	金属、建具、ガラス等	247,651,175	その他	金属、建具、ガラス等	247,651,175
計(円)		533,909,915	計(円)		501,056,963
比率(%)		(100)	比率(%)		(94)

#### 5. S造クラブハウスの木造化試設計による費用比較

過年度にS造で設計した水処理上屋の上に上部利用施設として設置されたクラブハウス(直接基礎)を木造CLT工法に見直し、S造と木造CLT工法で費用比較を行った。ここでは、躯体をS造からCLT工法に見直し(基礎はRCのまま)、内装でCLT材を現し仕上げとして採用する以外はS造と同じ仕様のままとした。

結果としては、躯体工事及び雑壁木工事のCLT材の費用増加が大きく影響し、元設計の鉄骨造の方がトータル比率で約36%安い結果となった。また、建物総重量としてはS造もCLT工法もほぼ同じであったことから、S造との比較では建物重量を軽量化し、これをコスト低減に活かすことは難しいことが確認できた。

表-3 S造と木造CLT工法の費用比較

元設計S造費用			木造CLT工法費用		
項目	S造		項目	CLT造	
土工・地業費	仮設・土工・地業	2,872,998	土工・地業費	仮設・土工・地業	2,872,998
躯体費用	コンクリート・型枠	5,793,908	躯体費用	コンクリート・型枠	5,793,908
	鉄筋・鉄骨	10,606,265		鉄筋・CLT	35,994,090
	屋根及びとい	17,236,857		屋根及びとい	17,236,857
	小計	33,637,030		小計	59,024,855
仕上げ費用	防水・石・タイル	567,960	仕上げ費用	防水・石・タイル	567,960
	木工	54,951		木工	613,401
	小計	622,911		小計	1,181,361
内外装費用	内外装	3,601,896	内外装費用	内外装	1,910,659
左官費用	左官	429,844	左官費用	左官	429,844
塗装費用	塗装	257,553	塗装費用	塗装	169,353
その他	金属・建具・ユニット・発生材	22,868,643	その他	金属・建具・ユニット・発生材	21,995,193
計(円)		64,290,875	計(円)		87,584,263
比率(%)		(100)	比率(%)		(136)

#### 6. クラブハウスの木造CLT工法による試設計と設計チェックリストの作成

前述したクラブハウスをベースに「木造の良さを活かす」というテーマで基本計画から詳細設計までCLT工法による試設計を行い、より実践的な知識獲得を試みた。

建物用途が一般開放施設ということもあり、研究メンバー全員がとても楽しみながら設計をすることが出来た。

この試設計で得た知見や情報を基に、今後我々が実際に木造設計を行う際に重大な設計ミスやトラブルを未然に防ぐためのツールとして、「木造設計チェックリスト」を作成した。構成は、基本設計編、詳細設計編、建築基準法編の三部構成となっている。



図-3 試設計したクラブハウスのパース

#### 7. 今後の課題

今後の課題としては、説得力のある木造建築の提案活動や設計を行うために、ニシャルコストだけではなくLCCについても把握し、木造建築の効果的なメンテナンス方法や効率的にそれを行うための設計知識(納まり)等についても情報収集をしていくべきと考えている。また、木造化によってどの程度CO2を削減できるのかについて定量的に示すことと、それを提案活動で活かす方法も考えていきたい。

[東部建築部；○矢嶋賢士、落合みずほ、山口剛、○与座悠太、狩野悠介、小室壮平、西部建築部；○矢部正人、金子真己、山石遼平] ◎：リーダー、○：サブリーダー